

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**(43)Date of publication of application : 19.10.1999**

(72)Inventor : KOBAYASHI HIDEKI

Priority number : 10 22125      Priority date : 03.02.1998      Priority country : JP

[illegible]

## 2001/09/13

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-288427

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

**G O 6 F 17/50**

G O 6 F 15/60

604A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平11-26581

(22)出願日 平成11年(1999)2月3日

(31)優先權主張番号 特願平10-22125

(32)優先日 平10(1998)2月3日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出國人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小林 英樹

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

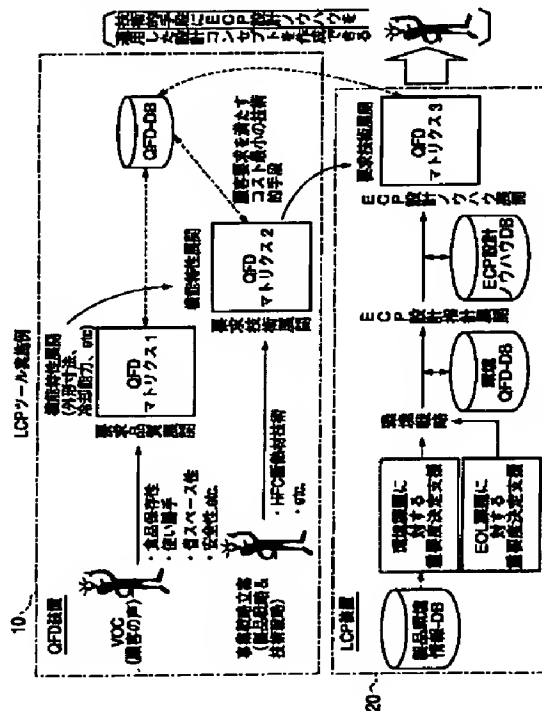
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 製品ライフサイクル計画支援装置および方法およびプログラムを記録した媒体装置

(57) 【要約】

【課題】製品ライフサイクル全体での環境負荷の低減ができる新製品開発のための支援装置を提供すること。

【解決手段】設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た各種設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの各段階における環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得して提示する第1の支援手段20と、この第1の支援手段により提示された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第2の支援手段20とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た環境調和型設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援手段と、この第 1 の支援手段により取得された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援手段と、を備えたことを特徴とする製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 2】設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援手段と、この第 1 の支援手段により取得された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援手段と、製品性能やコスト関連の技術的課題を最適バランスで実現するための品質機能展開手法により処理して最適設計仕様を得る品質機能展開手段と、前記第 2 の支援手段にて得た設計ノウハウと前記品質機能展開手段にて得た最適設計仕様とを反映させた製品設計をする設計手段と、この設計結果を評価する評価手段と、を備えたことを特徴とする製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 3】設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援手段と、この第 1 の支援手段により取得された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援手段と、前記第 2 の支援手段にて得た設計ノウハウを反映させた製品設計をする設計手段と、この設計結果を評価する評価手段と、

評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得る意思決定支援手段と、を備えたことを特徴とする製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 4】設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援手段と、この第 1 の支援手段により取得された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援手段と、製品性能やコスト関連の技術的課題を最適バランスで実現するための品質機能展開手法により処理して最適設計仕様を得る品質機能展開手段と、前記第 2 の支援手段にて得た設計指針と前記品質機能展開手段にて得た最適設計仕様とを反映させた製品設計をする設計手段と、この設計結果を評価する評価手段と、評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得る意思決定支援手段と、を備えたことを特徴とする製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 5】製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援処理ステップと、この第 1 の支援処理ステップにより取得した設計指針を実現する設計ノウハウを、過去の製品開発にて得た設計事例情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援処理ステップと、を備えたことを特徴とする製品ライフサイクル計画支援方法。

【請求項 6】製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースから取得する第 1 の支援処理ステップと、この第 1 の支援処理ステップにより取得した設計指針を実現する設計ノウハウを、過去の製品開発にて得た設計事例情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援処理ステップと、を備えたことを特徴とするコンピュータ読み取り可能でコンピュータにて実行可能なプログラムを格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製品の材料調達から製造、製造された製品の使用そして使用済みとなったその製品の廃棄処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも低減された製品および製品ライフサイクルプロセスを設計するための製品ライフサイクル計画支援装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】産業や経済の発達に伴って増大する一方の排出ガスの影響による温室効果により、地球の温暖化が懸念されるようになり、また、廃棄処分された膨大なゴミの投棄による自然破壊や有害物質による環境汚染などと云った様々な問題から、産業界においては地球に対する環境負荷の軽減が重要な課題となっている。

【0003】製造業において環境負荷を考える場合、製品の材料調達から製造、そして、製造された製品の出荷までの範囲に照準を当てるのでは不十分であり、リサイクルを含めて処分段階までを範疇に入れて考える必要がある他、例えば、製品が家電品や自動車といった運用過程でエネルギー消費を伴うもの場合には、ユーザに渡った製品の使用過程での消費エネルギーにも配慮する必要がある。

【0004】そこで、製品の材料調達から用済みとなったその製品の処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも確実に低減されるように、ライフサイクルプロセスを重要視した設計支援技術が今後、ますます重要となる。

【0005】翻って従来の設計支援技術を考えてみると、従来においては、ECP (Environmental Conscious Products) およびECPのライフサイクルプロセスを設計する場合に、以下の不都合がある。

(1) 従来の設計支援技術では、それぞれの対象製品に最も重要な環境関連の設計課題・コンセプトが不明なまま設計者の個人的な考え方を頼りに具体的な構造設計に着手することから、総合的・全体的見地からは環境負荷低減に対してあまり効果的でない設計解に辿り着く心配が避けられない。

【0006】すなわち、環境に関する設計課題(省エネルギー、リサイクル性向上など)は、どれも満たされて都合の悪いものではない。しかし、一般に環境関連のすべての設計課題に対し最適値を与える設計解は存在しない。したがって現実的には、まず総合的な見地から対象製品において最も重要な課題に的を絞った効果的な環境調和型製品のコンセプトが必要である。

【0007】しかし、従来の設計支援技術では、それぞれの対象製品に最も重要な環境関連の設計課題・コンセプトが不明なまま設計者の個人的な考え方を頼りに具体的な構造設計に着手していたため、総合的・全体的見地からは環境負荷低減に対してあまり効果的でない設計解に辿り着くことがあった。

(2) 環境に関するコンセプトが明確でないため、対象製品においては使用しなくてもよいような環境評価装置を使用してしまったり、評価結果の重要度は低いような評価装置に多くの時間を費やしたりなどして、設計効率が低下することもあった。

(3) 複数の設計代替案を作成した後の意思決定に際しても、環境関連のどの設計課題がどの程度重要なのか明確でないため、先と同様に環境負荷低減にあまり効果的でない設計解に決定してしまうことがあった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の設計支援技術を考えると、ECPおよびECPのライフサイクルプロセスを設計する場合に、

(1) それぞれの対象製品に最も重要な環境関連の設計課題・コンセプトが不明なまま設計者の個人的な考え方を頼りに具体的な構造設計に着手していたため、総合的・全体的見地からは環境負荷低減に対してあまり効果的でない設計解にたどり着く心配が避けられなかった。

(2) 環境に関するコンセプトが明確でないため、対象製品においては使用しなくてもよいような環境評価装置を使用してしまったり、評価結果の重要度は低いような評価装置に多くの時間を費やしたりなどして、設計効率が低下することもあった。

(3) 複数の設計代替案を作成した後の意思決定に際しても、環境関連のどの設計課題がどの程度重要なのか明確でないため、先と同様に環境負荷低減にあまり効果的でない設計解に決定してしまうことがある。と云った問題があった。

【0009】従って、製品の材料調達から用済みとなったその製品の処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも確実に低減されるように、新製品開発できるようにするための確かな、信頼性の高い設計支援技術の開発が囑望される。

【0010】そこで、この発明の目的とするところは、製品の材料調達から廃棄処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも低減された環境調和型製品(ECP: Environmental Conscious Products)およびそのライフサイクルプロセスに関するコンセプト作成と実際の設計を支援することができるようにした製品ライフサイクル計画支援装置方法および方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、次のように構成する。

【0012】すなわち、設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た環境調和型設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をも

とに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得する第1の支援手段と、この第1の支援手段により取得された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第2の支援手段とを備える。

【0013】このような構成の本装置は、第1の支援手段において、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、環境品質機能展開データベースから検索して取得し（必要あればこれを設計者に提示し）、第2の支援手段は、この取得された設計指針を実現する環境調和型設計ノウハウを製品設計ノウハウデータベースから検索して設計者に提示する。これにより、対象製品に最も相応しい環境調和型製品コンセプトの作成を支援することができるようになる。

【0014】ここで、環境品質機能展開データベースは、環境調和型「設計指針」の「環境課題」・「ライフサイクルプロセス」・「製品寿命時に考慮すべき課題」と、「環境課題」に対する効果の情報に関する情報を保持したものであって、設計指針として、例えば、「リサイクルできない希少材料の最小使用」、「リサイクル可能材料の最大使用」、「リサイクル材料の最大使用」、「材料生産のエネルギー消費最小化」、「危険物質の使用最小化」、「材料使用量の最小化」、「材料種類の最小化」、「代替不可能な材料の最小使用」、「材料色数の最小化」と云った項目が、また、「環境課題」としては「省資源」、「省エネルギー」、「廃棄物低減」、「有害物質低減」、「地球環境影響低減」、また、「ライフサイクルプロセス」としては「材料調達」、「製造」、「流通」、「使用」、「廃棄処分」、また、「製品寿命時に考慮すべき課題」としては「アップグレード」、「メンテナンス」、「部品リユース」、「マテリアルリサイクル」と云ったような情報がデータベース化されている。また、環境調和型製品設計ノウハウデータベースは、本システムを使用して製品開発するユーザ側の過去に蓄積した各種設計事例を図やテキストで纏めたデータベースであり、過去の設計ノウハウを製品開発時に参照したり、利用できるようにするデータベースである。

【0015】従って、第1の支援手段では、製品ライフサイクルプロセスの中の環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、環境品質機能展開データベースから検索して取得し、第2の支援手段では、この取得された設計指針を実現する環境調和型設計ノウハウを製品設計ノウハウデータベースから検索して設計者に提示するようにしたことにより、対象製品に最も相応しい環境調和型製品

コンセプトの作成を支援することができるようになる。

【0016】更には本発明は、前記第2の支援手段にて得た設計指針を反映させた製品設計をする設計手段と、この設計結果を評価する評価手段と、評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得る意思決定支援手段とを備えることを特徴とする。

【0017】このような構成の本装置は、第1の支援手段において、製品ライフサイクルプロセスの各段階における環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題の中から選んだ課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、環境品質機能展開データベースから検索して設計者に提示し、第2の支援手段は、この取得された設計指針を実現する環境調和型設計ノウハウを製品設計ノウハウデータベースから検索して設計者に提示し、開発対象製品に最も相応しい環境調和型製品コンセプトの作成を支援する。そして、設計手段により前記第2の支援手段にて得た設計指針を反映させた製品設計を実施し、評価手段によりこの設計結果を評価し、意思決定支援手段によりこの評価手段による評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得ることで、環境問題を重視した製品の最適設計を容易に実施できるようになる。

【0018】本発明によれば、対象製品に最も適したECPコンセプトの作成を支援するライフサイクル計画支援が実施でき、且つ、ライフサイクル計画支援を最も妥当な設計段階で使用することができる。また、ライフサイクル計画支援によって得られた「設計課題に対する重要度」を利用した意思決定支援ができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を説明する。本発明は、製品ライフサイクル全体における環境負荷の小さなECPおよびそのライフサイクルプロセスのコンセプト（両者を併せて設計コンセプトと呼ぶ）作成と実際の製品設計を支援するための方法および装置を提供するもので、以下、図面を参照して詳細を説明する。

【0020】図1は、本発明のライフサイクル計画支援装置のシステム概念図である。本発明システムは、図1に示すように、製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（QFD：Quality Function Deployment）手法で明確化された、技術的实现手段に関する情報（要求技術展開情報）を得る品質機能展開装置10（以下、QFD装置と呼ぶ）と、設計プロセスにおける企画段階と概念設計段階で利用する支援装置であるライフサイクル計画支援装置（LCP：Life Cycle Planning、以下、LCP装置と呼ぶ）20を主体に構成されている。

【0021】LCP装置20は、設計プロセスにおける企画段階と概念設計段階で利用する設計支援装置であるが、この種の支援装置は従来においては存在しなかった

ものである。本LCP装置20は、対象製品の特性を考慮して「最も着眼すべき環境側面課題とそれに対する重要度（＝環境戦略）」を算出し、その重要度に基づいた環境調和型製品および製品ライフサイクルプロセスのコンセプトの作成を支援する。

【0022】その際に、製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（QFD）手法で明確化された、技術的実現手段に関する情報（要求技術展開情報）と整合性を取ることが可能であり、これにより環境調和性だけでなく、性能的にも、また、コスト的にも最適な製品を設計することができる。

【0023】そして、本LCP装置を用いることで、設計初期段階で環境に関わる複数の設計課題を総合的・全体的見地からバランスして考えることができる。

【0024】すなわち、QFD装置10は、技術的課題に対してQFD手法により処理して設計課題を最適バランスで実現するものであって、例えば、製品性能や製品コスト関連の技術的課題を、品質機能展開手法により処理して最適設計仕様を得るものであり、ユーザの要求や感想など（いわゆる、顧客の声）に基づいた設計課題をQFD手法により最適バランスで実現する要求品質展開と、製品に適用しようとしている各種設計規格条件と云った設計課題をQFD手法により最適バランスで実現する機能特性展開とを実施し、これらをどのように反映させるかを決めた第1のQFDマトリックスと、事業戦略立案（製品戦略や技術戦略）に基づいた設計課題をQFD手法により最適バランスで実現する要求技術展開を実施し、この要求技術展開と前記機能展開とをどのように反映させるかを決めた第2のQFDマトリックスを得るものである。

【0025】また、LCP装置20は、製品環境情報データベースや環境QFDデータベースおよびECP設計ノウハウデータベースを持ち、また、環境課題に対する重要度を決定する支援を行う機能要素と、EOL課題に対する重要度を決定する支援を行う機能要素とを有して環境戦略を決定し、その環境戦略をもとにECP設計指針展開を行い、更にECP設計ノウハウ展開を実施してQFD装置10の要求展開情報から最終的な設計コンセプトを得る。

【0026】ここでは、製品ライフサイクルの各段階と各環境課題を行と列に有するマトリックスを用いて着眼領域を決定し、既存製品の環境情報を上記マトリックスに埋め込んで比較することによって、着眼領域に重要度を割り付ける。

【0027】このようにして、対象製品の特性を考慮して「最も着眼すべき設計課題とそれに対する重要度（＝環境戦略）」を算出し、その重要度に基づいた環境調和型製品および製品ライフサイクルプロセスのコンセプトの作成を支援する。

【0028】尚、製品環境情報データベースは既存製品

の設計評価情報や材料構成情報をデータベース化したものであり、格納情報としては、例えば「資源消費量」、「エネルギー消費量」、「オゾン層破壊度」、「材料構成情報」などがある。

【0029】環境QFDデータベース（環境品質機能展開データベース）は、「設計指針」と「環境課題」に関する情報を保持したものであって、設計指針として、例えば、「リサイクルできない希少材料の最小使用」、「リサイクル可能材料の最大使用」、「リサイクル材料の最大使用」、「材料生産のエネルギー消費最小化」、「危険物質の使用最小化」、「材料使用量の最小化」、「材料種類の最小化」、「代替不可能な材料の最小使用」、「材料色数の最小化」と云った項目が、また、「環境課題」としては「省資源」、「省エネルギー」、「廃棄物低減」、「有害物質低減」、「地球環境影響低減」、「材料調達」、「製造」、「流通」、「使用」、「廃棄処分」、「アップグレード」、「メンテナンス」、「部品リユース」、「マテリアルリサイクル」と云ったような情報がデータベース化されている。

【0030】また、ECP設計ノウハウデータベース（環境調和型製品設計ノウハウデータベース）は、本システムを使用して製品開発するユーザ側での過去に蓄積した各種設計事例を図やテキストで纏めたデータベースであり、過去の設計ノウハウを製品開発時に参照したり、利用できるようにするデータベースである。＜環境重視設計用設計支援装置の構成例＞図2は環境重視設計の場合での本発明における設計支援装置の構成例である。図2に示すように、本システムはデータベース、設計支援ツールの各機能要素からなり、データベースとして製品環境情報を収めた製品環境情報データベース装置100、設計支援ツールとしてライフサイクル計画支援装置20、CAD装置や材料選択支援装置等の展開支援装置30、LCA装置やEOL（End Of Life）評価装置等の評価支援装置40、意思決定を支援する意思決定支援装置50がある。

【0031】これら設計支援ツールはライフサイクル計画支援、展開支援、評価支援、意思決定支援に製品環境情報データベース装置100のデータベースを参照したり、データベースに結果を反映させたりすることができる。

【0032】そして、設計プロセスとして、ライフサイクル支援装置20を用いて問題提起・提案事項を生成し（S1）、これらの生成した問題提起・提案事項をCAD装置や材料選択支援装置等の評価支援装置40にて展開処理し（S2）、これをLCA装置やEOL評価装置等の評価支援装置40にて評価し（S3）、評価結果が許容範囲にあるか否かを判断し（S4）、許容範囲外であればその内容に応じてステップS1、S2のうちの対応の処理に戻り、要素や条件を調整してからその処理を実行し、再び評価支援装置40にて評価し（S3）、評

価結果が許容範囲にあるか否かを判断する（S4）。

【0033】ステップS4での判断の結果、評価結果が許容範囲にあるか否かを再び判断し（S4）、許容範囲内であれば意思決定を支援する意思決定支援装置50にて代替案との比較をして、今回の製品設計を採用するか否かを決定する（S6）。そして、決定結果が否であれば、ステップS1、S2の処理に戻り、要素や条件を調整してその処理を実行し、再び評価支援装置40にて評価し（S3）、評価結果が許容範囲にあるか否かを判断する（S4）。

【0034】ステップS4での判断の結果、評価結果が許容範囲にあれば終了し、今回の製品設計を採用する。

【0035】このように設計者の問題解決サイクルに沿って設計支援装置を使用することで、設計が効率的に、且つ本来の目的である対象製品に最も適した方法で優れた環境調和性を実現した製品を設計することができる。

【0036】各種の評価・分析を実施する装置（評価装置）は、評価対象（製品および製品ライフサイクルプロセス）のモデルが作成されて、初めて使用可能となる。従来は、設計者が評価対象となる製品モデルを個々の設計者の能力に頼って直接考案し、それをCAD装置上で構造モデルとして作成して使用していた。

【0037】この段階で設計者は、意識するしないにかかわらず、製品ライフサイクルプロセスの一部を決定していたことになる。なぜなら、製品ライフサイクルプロセスは製品の構造や使用材料に大きく依存するからである。

【0038】従って、設計プロセスの最初の段階でLCP装置20により設計コンセプトを決定し、その後、支援装置30系統のCAD装置によって具体的な構造モデルを作成することがライフサイクルを通して環境負荷を効果的に減らすために、非常に重要となる。その上で、種評価装置40系統の各種評価装置によって設計対象を評価・改良していくことが望ましい。

【0039】この流れは、設計者の“問題提起”→“提案”→“展開”→“評価”→“決定”という問題解決サイクルに適合しており、設計効率の点からも非常に妥当な支援手順である。

【0040】また、設計初期段階で環境調和型製品の明確な設計コンセプトが作成されているので、それ以降の設計プロセスで複数の設計者による共同設計作業を実施しても、明確な設計コンセプトに基づいて作業することができ、設計思想が統一された製品を設計することができる。

【0041】以上から、設計プロセスにおける各設計支援装置の使用順序を図2のように規定することができ、これが最も合理的である。

【0042】〔環境重視の製品設計の設計支援例〕次に、環境重視の製品設計の設計支援例を具体的に説明する（図2）。

【0043】〔ステップ（S1）〕 LCP装置20を用いて、設計者が環境調和型製品のコンセプトを決定する。この際、LCP装置は製品環境情報データベースに蓄えられている既存製品の設計評価情報や材料構成情報なども利用する。

【0044】〔ステップ（S2）〕 支援装置30系統のCAD装置によって構造モデルの作成を行う。この際、材料選択支援装置を用いて、有害物質や環境関連物質を極力使用しない材料を選択する。

【0045】〔ステップ（S3）〕 LCA装置、EOL評価装置、を用いて、設計解の評価を行う。

【0046】〔ステップ（S4）〕 ステップ（S3）の個別装置による評価結果がすべて許容されれば次のプロセスへ進む。許容できなければステップ（S2）に戻る。

【0047】〔ステップ（S5）〕 意思決定支援装置50によって、設計代替案との比較評価を行う。このとき、LCP装置20から出力される設計課題に対する重要度を使用して、比較結果を意思決定し易いかたちに加工して用いる。

【0048】〔ステップ（S6）〕 ステップ（S5）の結果を用いて採用する設計解を決定する。許容できる解がなければステップ（S2）あるいはステップ（S1）に戻る。

（変形例）次に、本発明の別の実施例として設計支援装置を説明する。

【0049】ここで説明する設計支援装置は、以下の各種設計支援装置から構成されているものとする。すなわち、

- ・問題提起・提案支援装置： LCP装置20、QFD装置10

- ・展開支援装置30： CAD装置、材料選択支援装置

- ・評価支援装置40： LCA（Life Cycle Assessment）装置、製品使用後（EOL：End Of Life）評価装置、CAE（Computer Aided Engineering）装置、組立性評価装置、LCCA（Life Cycle Cost Assessment）装置

- ・決定支援装置50： 意思決定支援装置

である。そして、QFD装置10では、VOC（：Voice Of Customer）を起点にユーザが望んでいる機能構成、そして、それを実現する技術的手段へと順次展開していくことを支援する。これにより、設計者は市場競争力のある製品のコンセプトを作成することができる。

【0050】展開支援装置30のうちのCAD装置では、製品の形状や構造モデル作成を行う。材料選択支援装置では、安全性・資源保全性・環境保全性・処理処分性・リサイクル性などの観点から適した材料選択を支援する。特に安全性と環境保全性の観点から環境関連物質



を定め、これらの材料をできるだけ使用しないように代替材料を検索する点に特徴がある。

【0051】LCA装置20では、製品ライフサイクルにおいて発生する環境負荷を算出し（インベントリ分析）、その環境への影響を評価する（インパクト分析）。したがって、LCA装置20によって設計解（製品と製品ライフサイクルプロセス）を評価し、評価結果をもとに設計解を改善すれば環境影響を低減することができる。また、インベントリ分析の情報を用いれば、資源投入量や廃棄量、エネルギー消費量を算出することもできる。

【0052】評価支援装置40のうちのEOL評価装置は、製品使用後の各課題についての適合度合いを評価するもので、アップグレード性評価機能、メンテナンス性評価機能、リユース性評価機能、リサイクル性評価機能を有する。アップグレード性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、アップグレードが可能な部品・材料の使用率と交換作業性を算出する。メンテナンス性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、保守・修理可能な部品・材料の使用率と交換作業性を算出する。リユース性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、アップグレードが可能な部品・材料の使用率と解体作業性を算出する。リサイクル性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、マテリアルリサイクル可能な部品・材料の使用率と解体作業性を算出する。

【0053】評価支援装置40のうちのCAE装置では、性能に関するシミュレーションを行う。そして、評価支援装置40のうちの組立性評価装置では、組立に要する工数を見積り、組立工数が最小になるよう支援する。この支援には、組立手順の最適化も含まれる。

【0054】また、評価支援装置40のうちのLCCA装置では、材料調達から廃棄に至る製品ライフサイクル全体にかかるコストを見積もる。

【0055】意思決定支援装置50では、LCP装置で決定した環境戦略およびQFDツールで決定した設計仕様をもとに、複数の設計代替案を総合的に比較評価し、最終的な設計解を決定することを支援する。

【0056】また、上記の各種支援装置で用いる製品環境情報を統合的に共有・管理する製品環境情報データベースがある。本データベースに格納されている情報としては、例えば“資源消費量”、“エネルギー消費量”、“オゾン層破壊度”、“材料構成情報”などがある。

【0057】尚、上記の各種支援装置はそれぞれ独立した個別装置であっても良いが、コンピュータは小型で高性能化しているから、上記各種支援装置はアプリケーションソフトウェアにして汎用コンピュータ上で利用する形態を採用する方がコスト的にも安く、使い勝手も良いので現実的である。このような汎用コンピュータ上で実現するようにした本実施例における設計支援装置全体の

ハードウェア構成を図3に示す。

【0058】すなわち、図3は本発明システムの概略構成図であり、図に示すように、本システムはツール群（「問題提起・提案支援用のツール（LCP装置20実現アプリケーション、QFD装置10実現アプリケーション」、「展開支援用のツール（CAD装置実現アプリケーション、材料選択支援装置実現アプリケーション」、「評価支援用のツール（LCA装置実現アプリケーション、製品使用後（EOL）評価装置実現アプリケーション、CAE装置実現アプリケーション、組立性評価装置実現アプリケーション、LCCA装置実現アプリケーション）」、決定支援装置用のツール（意思決定支援装置実現アプリケーション）」などのツールアプリケーションプログラム）やその他のプログラムを記憶したメモリ11、プログラムを実行し、演算を行ったり、入出力処理を行ったり、各種制御を行ったりするためのCPU（プロセッサ）12、入力操作を行うためのキーボードやマウスあるいはトラックボールなどの入力装置13、入力内容や処理結果などを出力するディスプレイやプリンタあるいはプロッタ等の出力装置14、入力内容や処理結果などを表示する表示装置（ディスプレイ）18、処理結果や過去のデータの蓄積あるいはデータベース等の保存をする大容量外部記憶装置15、ネットワークなどに繋げて通信するための通信インタフェース16などを備える。また、上述の各種ツールをフロッピーや光ディスクあるいはメモ리카ードなどの各種可搬型の記憶媒体に格納して頒布した場合に、この記憶媒体を読み込んでCPU12に実行させることができるように磁気フロッピードライブや光ディスクドライブあるいはメモ리카ードドライバなどの可搬型媒体対応の可搬記憶媒体ドライブ装置17が設けてある。

【0059】このような構成により、上述の処理を行う。すなわち、QFD装置実現用アプリケーションにより、VOCを起点にユーザが望んでいる機能構成、そして、それを実現する技術的手段へと順次展開していくことを支援する。更にLCP装置実現用アプリケーションにより、環境負荷を減らすために、効果的な技術的手段を選択することができる。これにより、設計者は市場競争力のある環境調和型製品のコンセプトを作成することができる。

【0060】展開支援装置30のうちのCAD装置実現用アプリケーションでは、製品の形状や構造モデル作成を行う。材料選択支援装置実現用アプリケーションでは、安全性・資源保全性・環境保全性・処理処分性・リサイクル性などの観点から適した材料選択を支援する。特に安全性と環境保全性の観点から環境関連物質を定め、これらの材料をできるだけ使用しないように代替材料を検索する。

【0061】LCA装置実現用アプリケーションでは、製品ライフサイクルにおいて発生する環境負荷を算出し

(インベントリ分析)、その環境への影響を評価する(インパクト分析)。したがって、LCA装置実現用アプリケーションによって設計解(製品と製品ライフサイクルプロセス)を評価し、評価結果をもとに設計解を改善すれば環境影響を低減することができる。また、インベントリ分析の情報を用いれば、資源投入量や廃棄量、エネルギー消費量を算出することもできる。

【0062】EOL評価装置実現用アプリケーションでは、製品使用後の各課題についての適合度合いを評価し、アップグレード性評価機能、メンテナンス性評価機能、リユース性評価機能、リサイクル性評価をする。アップグレード性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、アップグレードが可能な部品・材料の使用率と交換作業性を算出する。メンテナンス性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、保守・修理可能な部品・材料の使用率と交換作業性を算出する。リユース性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、アップグレードが可能な部品・材料の使用率と解体作業性を算出する。リサイクル性評価においては、製品を構成する部品・材料のうち、マテリアルリサイクル可能な部品・材料の使用率と解体作業性を算出する。

【0063】CAE装置実現用アプリケーションでは、性能に関するシミュレーションを行う。そして、組立性評価装置実現用アプリケーションでは、組立に要する工数を見積り、組立工数が最小になるよう支援する。その際、組立手順の最適化も行う。

【0064】また、LCCA装置実現用アプリケーションでは、材料調達から廃棄に至る製品ライフサイクル全体でかかるコストを見積もる。

【0065】意思決定支援装置実現用アプリケーションでは、LCP装置実現用アプリケーションで決定した環境戦略およびQFDツールで決定した設計仕様をもとに、複数の設計代替案を総合的に比較評価し、最終的な設計解を決定することを支援する。

【0066】このように製品のライフサイクル計画を立て、環境問題を重視して材料選択を行い、製品設計を行い、この設計された製品の評価を行うと共に製品がユーザの手に渡ってから処分に至る間で想定される評価を行うと云ったことを各種パラメータを調整しながら最良解に到達するまで繰り返すことができるものであり、従って、本設計支援装置によれば、設計プロセスの全体を一貫して支援することができる。

【0067】図4は、設計者の問題解決サイクルと設計プロセスの段階的進行を同時に表現し、その図上に設計支援装置を構成する各種装置の適用時期を示した例である。処理の段階は螺旋に沿って「企画」段階、「概念設計」段階、「基本設計」段階、「詳細設計」段階と進行していく。主に、「企画」段階では「問題提起」を行い、「概念設計」段階では「提案」と「決定」を行い、「基本設計」段階では「展開」と「評価」と「決定」を

行い、「詳細設計」段階では「展開」と「評価」と「決定」を行う、と云った順番で処理が進展していくことを視覚的に示した。

【0068】なお、対象製品が小規模の場合は、基本設計段階と詳細設計段階に明確な区別がない場合がある。

【LCP装置の実施例】次に、LCP装置の実施例について説明する。ECP設計における課題の構造は環境、コスト、性能である。当然のことながら、ECP設計においては、従来からの性能やコスト関連の設計課題に加えて、環境関連の設計課題も考慮しなければならない。

【0069】環境に関する設計課題は、「環境課題」と「EOL課題」の二つから成る。

【0070】まず、ここではライフサイクルプロセスを、“材料調達”、“製造”、“流通”、“使用”、“廃棄処分”という5段階でモデル化する。

【0071】次に環境課題は、以下の5つの環境課題として設定する。

【0072】[1]省資源

[2]省エネルギー

[3]廃棄物低減

[4]有害物質低減

[5]地球環境影響低減

ここで、課題[5]の「地球環境影響低減」は、オゾン層保護や温暖化防止などの幾つかのインパクトカテゴリを総称したものである。上記5つの環境課題は、LCA装置によって評価することができる。

【0073】製品に関わるEOLは図6のようにモデル化する。このとき、EOL時の選択肢として、(1)アップグレード、(2)メンテナンス、(3)製品リマニュファクチャリング、(4)部品リユース、(5)マテリアル(・ケミカル・冶金)リサイクル、(6)サーマルリサイクル、(7)無害化廃棄、があり得る。ここで、“(3)製品リマニュファクチャリング”と、“(2)メンテナンスおよび(1)アップグレード”の違いは、製品所有権の所在が異なるだけで、技術的な実現手段としては(1)及び(2)と(3)と変わらない。すなわち、前者は他のユーザーに製品所有権が移るだけであるが、後2者は同一ユーザが使い続ける。誰が使うかだけの違いである。

【0074】したがって、以下では製品リマニュファクチャリングをメンテナンス・アップグレードに含めて考える。また、(6)と(7)は先のライフサイクルプロセスにおける廃棄処分段階の課題として扱うので、EOL課題から除外する。

【0075】以上から、本発明においてはEOL課題の対象を(1)、(2)、(4)、(5)と設定する。

【0076】上記のEOL課題に対する適合性は、EOL評価装置によって評価することができる。

【0077】図7に製品ライフサイクル計画支援装置のシステム構成例を示す。製品ライフサイクル計画支援装置は、製品環境情報データベース装置100と、QFD

装置10とLCP装置20からなる。ここで、製品環境情報データベース装置100とQFD装置10は、LCP装置20と別な装置であるから、必要な情報をこれとやり取りする。

【0078】図8に、ライフサイクルプロセス中の環境課題に対する重要度決定支援フローを示す。図5は製品を冷蔵庫とした場合の例であって、まず、図5に示す如き形式のライフサイクルマトリクスに、それぞれのマトリクス要素に関連する設計項目を企画者あるいは設計者が入力していく(図8のステップS21)。

【0079】図6は製品使用後(EOL)のマテリアルフローを説明する図である。なお、以降では冷蔵庫を実施例の対象製品として説明する。すなわち、製品のライフサイクルは“材料調達”、“製造”、“流通”、“使用”、“廃棄処分”の各段階があり、“材料調達”したものをを用いて“製造”し、それを“流通”させてユーザに渡し、ユーザがその製品を入手して“使用”し、やがてそのユーザがその製品を不要物として処分することになる。この製品を不要物として処分する段階が“使用後”であり、“使用後”の段階でリサイクルや“廃棄処分”が行われる。

【0080】“使用後”の段階でのリサイクルには、部品を高性能のものあるいは最新式のものに交換するなどして製品を再使用する“アップグレード”、故障部分を修理して製品を再使用する“メンテナンス”、中古市場に流して新たなユーザに製品を使用して貰う“製品リマニュファクチャリング”、使用可能な部品を回収して製造段階に戻す“部品リユース”、使用可能な材料を回収して再度、材料とする“マテリアル(ケミカル)リサイクル”がある。また、廃棄には燃焼させて熱として回収する“サーマルリサイクル”、廃棄物を無害化して廃棄する“無害化廃棄”がある。

【0081】次に、図32に示すように、入力された設計項目のうち、製品ユーザや自社、ステークホルダーに関連する項目を着眼領域と設定する(図8のステップS22)。図32の例では、節電モードの改善、梱包材削減は製品ユーザに関連し、法規制は自社の企業活動に関連するので、着眼領域とする。着眼領域について、改善対象のターゲット製品であるベンチマーク製品(競合他社製品でも良い)と自社従来製品の製品環境情報を、製品環境情報データベースから読み込む(図33、34)(図8のステップS23)。そして、ベンチマーク製品に対する自社従来製品の製品環境情報を比率として算出し(図35)、ディスプレイに表示する(図8のステップS24)。

【0082】図35の例では、“1”よりも値が大きい領域では自社従来製品の方がベンチマーク製品よりも劣っており、“1”より小さい値の領域は自社従来製品が優っていることを表している。図35の情報をもとにして、設計者は図36のように着眼領域に設計の重要度を

設定していく(図8のステップS25、S26)。

【0083】図36の例では、図35の値の総和(=5.38)で各領域の値を正規化している。

【0084】この場合、最も弱い領域で設計の重要度が高く、既にベンチマーク製品よりも優位な領域では重要度を低く設定している。図36の重要度設定は、本例のようにアルゴリズム的に実施することもできるし、設計者の判断を交えて実施することもできる。なお、図36の情報をもとに各着眼領域の定量目標値を設計者が決めても良い。

【0085】図9は、発明対象となるアプリケーションプログラムとオペレーティングシステム(OS)との動作協調関係を示している。

<EOL課題に対する重要度決定支援>次に、EOL課題に対する重要度決定支援を説明する。ここでの支援は、図10に示すEOL課題に対する重要度決定支援フローのように、まず、対象製品の市場における価値寿命(value life)lvと耐用寿命(useful life)luの二つを入力する(ステップS31)。

【0086】ここで価値寿命lvとは、外部要因に依存して製品価値(コスト・性能)が相対的に低下することに起因してEOLを迎えるまでの期間を指す。また、耐用寿命(useful life)luとは、物理的劣化などにより初期性能を発揮できなくなってEOLを迎えるまでの期間を指す。

【0087】次に、対象製品の市場における価値寿命lvと耐用寿命luの値を用いて、着眼EOL課題を決定する(ステップS32~S34)。

【0088】すなわち、図11に示すように、対象製品の市場における価値寿命lvと耐用寿命luの値を用い、 $lv > lu$ であるかを判断し(ステップS41)、 $lv > lu$ であるならば、 $lv < 2lu$ であるかを判断し(ステップS42)、 $lv < 2lu$ であるならば、“アップグレードor部品リユース”または“マテリアルリサイクル”とする(ステップS44)。ステップS42の判断の結果、 $lv < 2lu$ でなければ、“部品リユース”または“マテリアルリサイクル”とする(ステップS44)。ステップS41での判断の結果、 $lv > lu$ でなければ、 $lv < 2lu$ であるかを判断し(ステップS43)、 $lv < 2lu$ であるならば、“メンテナンス”または“マテリアルリサイクル”とする(ステップS44)。ステップS43の判断の結果、 $lv < 2lu$ でなければ、“マテリアルリサイクル”とする(ステップS44)。

【0089】この処理フローを分かり易く説明する概念図を図12から図15に示す。

【0090】本発明では、 $[lv - lu]$ 平面において $lv = lu$ の線上に製品を位置させる、すなわち、価値を残ったままの廃棄はしない(製品価値を使い切る)ことが重要と考える(図12)。

【0091】そこで、初期入力時に対象製品の市場における価値寿命 $lv$ と耐用寿命 $lu$ の大小関係がどのようなかによって、着眼すべきEOL課題は異なってくる。

【0092】まず、入力時の $lv$ （対象製品の市場における価値寿命）が $lu$ （耐用寿命）と等しい場合（図13）には、従来通りで既に市場で製品価値を使い切ることが可能であるため、マテリアルリサイクルを指向した設計が最重要になる。

【0093】一方、図14のように対象製品の市場における価値寿命 $lv$ が耐用寿命 $lu$ より小さいときは、さらに以下の条件で着眼すべきEOL課題が決定される。

【0094】・ $lu < 2lv$  : アップグレードを重視する。

【0095】・ $lu > 2lv$  : 部品リユースまたはアップグレードを重視する。

【0096】また、図15のように対象製品の市場における価値寿命 $lv$ が耐用寿命 $lu$ より大きいときは、さらに以下の条件で着眼すべきEOL課題が決定される。

【0097】・ $lv < 2lu$  : メンテナンスを重視する。

【0098】・ $lv > 2lu$  : マテリアルリサイクルを重視する。

【0099】図16は、発明対象となるアプリケーションプログラムとオペレーティングシステム（OS）との動作協調関係を示している。

【0100】例えば、製品として冷蔵庫を考えた場合、その市場価値寿命を $lv = 15$ 年、耐用寿命を $lu = 12$ 年と設定すれば、図11の処理フローにしたがって、“(1)メンテナンス”、“(2)マテリアルリサイクル”という順に着眼すべきことが導かれる。そこで、両者に対して重要度を配分する。

【0101】図17は、今回の対象製品（冷蔵庫）に関する環境関連の設計課題に対する重要度（＝環境戦略）の例である。この重要度情報は、製品環境情報データベースに蓄えられ、以降の設計プロセスで随時利用される。本例では、廃棄処分段階におけるオゾン層保護対策と、EOL後のメンテナンス性向上に高い重要度が付与されている。

【0102】＜ECP設計ノウハウ展開＞次に、上記の重要度を利用したECP設計ノウハウ展開フローを図18を参照して説明する。

【0103】ステップ（S51）： 装置が、先の重要度（環境戦略）を取り込む。

【0104】ステップ（S52）： 装置が、重要度の高い設計課題に対して有効なECP設計指針を、環境QFDデータベースの情報を利用して自動検索する。

【0105】ステップ（S53）： 装置が、検索したECP設計指針を表示する。

【0106】ステップ（S54）： 設計者が、適用で

きそうなECP設計指針を選択する。

【0107】ステップ（S55）： 装置が、入力されたECP設計指針を実現するための具体的なECP設計ノウハウを、環境QFDデータベースの情報を利用して自動検索する。

【0108】ステップ（S56）： 装置が、検索したECP設計ノウハウを表示する。

【0109】ステップ（S57）： 設計者が、適用できそうなECP設計ノウハウを選択する。

【0110】ステップ（S58）： 適用できる設計ノウハウをすべて選択したら終了。そうでなければステップ（S54）またはステップ（S56）に戻る。

【0111】以上の手順により、設計者は対象製品で最も効果的で、且つ実際に適用できそうなECP設計ノウハウを選択でき、設計コンセプトもより明確になる。

【0112】ここで、ステップ（S52）の自動検索処理は以下の手順による。

【0113】 $i$  : 環境課題の課題番号（1～I）、

$j$  : ライフサイクル段階の段階番号（1～J）、

$k$  : EOL課題の課題番号（1～K）、

$m$  : ECP設計指針の番号（1～M）、

$P_{im}$  : 環境課題 $i$ に対する設計指針 $m$ のポイント、

$P_{jm}$  : ライフサイクル段階 $j$ に対する設計指針 $m$ のポイント、

$P_{km}$  : EOL課題 $k$ に対する設計指針 $m$ のポイントとする。

【0114】ここで、 $W_{ij}$ を「ライフサイクル段階 $j$ 」における「環境課題 $i$ 」に対する重要度、 $W_k$ を「EOL課題 $k$ 」に対する重要度、とすると、

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J W_{ij} = 1$$

$$\sum_{k=1}^K W_k = 1$$

すると、ライフサイクル段階 $j$ における環境課題 $i$ に対する設計指針 $m$ のトータルポイント $P_m$ （ENV）、および、EOL課題 $k$ に対する設計指針 $m$ のトータルポイント $P_m$ （EOL）、は、

$$P_m(\text{ENV}) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J W_{ij} P_{im} P_{jm}$$

$$P_m(\text{EOL}) = \sum_{k=1}^K W_k P_{km}$$

と表すことができる。ある重要度 $W$ が与えられた後は、この $P_m$ （ENV）と $P_m$ （EOL）を計算する。そこで、 $P_m > 0$ である設計指針が、今回効果を発揮する指針であり、さらにその値の大きい順に有効な設計指針である。従って、この計算結果を用いて、有効な設計指針

を自動的に検索することができる。

【0115】また、ステップ(S55)の自動検索処理は、以下の手順による。

【0116】まず事前に、ECP設計指針mを“m”という名前のカテゴリと見なした上で、具体例であるECP設計ノウハウnを“m”のどれかに帰属させておく( $M \leq N$ )。このようにすることで、設計指針mが指定されれば直ちにそれに属する設計ノウハウnを検索することができるようになる。

【0117】図19から図21は環境QFDデータベース100の内容例を示している。

【0118】環境QFDデータベース100は「設計指針」と「環境課題」に関する情報を保持したものであって、設計指針として、例えば、“リサイクルできない希少材料の最小使用”、“リサイクル可能材料の最大使用”、“リサイクル材料の最大使用”、“材料生産のエネルギー消費最小化”、“危険物質の使用最小化”、“材料使用量の最小化”、“材料種類の最小化”、“代替不可能な材料の最小使用”、“材料色数の最小化”と云った項目が、また、「環境課題」としては“省資源”、“省エネルギー”、“廃棄物低減”、“有害物質低減”、“地球環境影響低減”、“材料調達”、“製造”、“流通”、“使用”、“廃棄処分”、“アップグレード”、“メンテナンス”、“部品リユース”、“マテリアルリサイクル”と云ったような情報がデータベース化されている。

【0119】すなわち、環境QFDデータベース100に保持されている「設計指針」と「環境課題」に関する情報は、図19から図21に示す例では設計指針mとして、“リサイクルできない希少材料の最小使用”、“リサイクル可能材料の最大使用”、“リサイクル材料の最大使用”、“材料生産のエネルギー消費最小化”、“危険物質の使用最小化”、“材料使用量の最小化”、“材料種類の最小化”、“代替不可能な材料の最小使用”、“材料色数の最小化”と云った項目をあげ、「環境課題対設計指針」では環境課題iとして、“省資源”、“省エネルギー”、“廃棄物低減”、“有害物質低減”、“地球環境影響低減”と云ったものが関連付けられ(図19)、「ライフサイクル対設計指針」ではライフサイクルプロセスjとして、“材料調達”、“製造”、“流通”、“使用”、“廃棄処分”と云ったものが関連付けられ(図20)、「EOL課題対設計指針」ではEOL課題kとして、“アップグレード”、“メンテナンス”、“部品リユース”、“マテリアルリサイクル”と云ったものが関連付けられていることがわかる(図21)。

【0120】また図22は、発明対象となるアプリケーションプログラムとオペレーティングシステム(OS)との動作協調関係を示している。

【0121】図23は、図17の環境戦略を入力値とし

てECP設計指針を自動検索・表示した例である。この例では、オゾン層保護のためには「代替フロン冷媒の選択」「代替フロン断熱材の選択」などが、またメンテナンス性向上のためには「交換可能部品の最大化」などが、それぞれ表示されている。

【0122】本発明システムでは、ECP設計ノウハウデータベースを備えており、製品開発時にこのECP設計ノウハウデータベースを用いて過去の設計ノウハウを参照したり、利用できる。すなわち、ECP設計ノウハウデータベースは、本システムを使用して製品開発するユーザ側での過去に蓄積した各種設計事例を図やテキストで纏めたデータベースであり、過去の設計ノウハウを製品開発時に参照して参考にしたり、利用できるようにするデータベースである。

【0123】図24は、当該ECP設計ノウハウデータベースを用いて「交換可能部品の最大化」というECP設計指針を具体的に実現するECP設計ノウハウの自動検索・表示例である。ここでは、蒸発器を交換可能な設計ノウハウを表示している。設計者は図24の如くディスプレイに表示された表示例を参照して、直接設計コンセプトに取り込んだり、後述するQFDマトリクスでその情報を利用して設計コンセプトに生かすことができる。

【0124】図25は、LCP装置20が表示するECP設計ノウハウから、設計者が適宜なるものを選択して、それを図1の“QFDマトリクス3”で用いた例である。このQFDマトリクスによって、コスト・性能の観点から展開した技術的手段の中から、環境戦略の観点で最も相応しいものを選択して、それをベースに性能・コスト・環境のすべてをバランス良く考慮した設計コンセプトを作成することができる。

【0125】このようにして設計コンセプトが明確化された後は、図2のようにそのコンセプトをベースにCAD装置で構造モデルを作成する。その際に、材料選択支援装置を用いて使用材料を選択する。その後、LCA装置、EOL評価装置などの各種評価装置を用いて設計評価を行う。

【0126】以上の手順で満足のいく設計代替案が作成された後、意思決定支援装置40によって設計解の最終的な決定を行う。ここでは、LCP装置20およびQFD装置10によって決定された性能・コスト・環境に関する評価項目の重要度を利用して設計代替案の比較する(図26)。

【0127】図27から図30まではその比較表示例である。ここでは、基準となるベンチマーク製品に対して重要度配分し、それに対する設計代替案の相対値を表示している。本例では、代替案Aが性能・コスト・環境のすべての面でベンチマーク製品および代替案Bより優れていることが明確に表示されているので、設計者は容易に設計コンセプトを最も実現している代替案Aを採用す

ることができる。

＜ＬＣＰツールの他の実施例＞図 31 に ＬＣＰツールの他の実施例の概略図を示す。ＱＦＤ装置 10 と ＬＣＰ装置 20 とを備える構成である点は先の実施例と変わりはないが、この実施例では ＬＣＰ装置 20 において、着眼 ＥＯＬ課題決定支援を実施してその結果を環境課題 & ＥＯＬ課題に対する重要度決定支援を行い、環境戦略を実施し、ＥＣＰ設計指針展開を行い、ＥＣＰ設計ノウハウ展開を実施すると云った手順を踏む。

【0128】すなわち、まず図 11～図 15 を用いて既に説明したように、着眼する ＥＯＬ課題及びその優先順位を決定する。その後に着眼する ＥＯＬ課題と環境課題を併せて統合的なライフサイクルマトリックス上に表現し、それぞれに対して重要度を付与する（図 37、図 38）。

【0129】その後は、図 17～図 25 で説明した手順と同様の手順で ＥＣＰコンセプトを作成することができる。本発明によれば、性能・コスト・環境間のトレードオフをバランス良く考慮して、環境調和型の製品および製品ライフサイクルプロセスに関する設計コンセプトを作成することができる。また、企画・概念設計段階で明確化された設計コンセプトをベースに設計を進めることで、設計者同志が混乱せずに設計目標を達成することができる。

【0130】以上、本発明は、設計指針と環境課題に関する情報を保持した環境品質機能展開データベースと、過去の製品開発にて得た各種設計事例の情報を蓄積した製品設計ノウハウデータベースと、製品ライフサイクルプロセスの各段階における環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、前記環境品質機能展開データベースから取得して提示する第 1 の支援手段と、この第 1 の支援手段により提示された設計指針を実現する設計ノウハウを前記製品設計ノウハウデータベースから検索して提示する第 2 の支援手段とを備えたものであり、第 1 の支援手段において、製品ライフサイクルプロセスの各段階における環境課題および製品寿命時に考慮すべき課題に対して付与された重要度をもとに、対象製品において最も適切な環境調和型設計指針を、環境品質機能展開データベースから検索して設計者に提示し、第 2 の支援手段は、この提示された設計指針を実現する環境調和型設計ノウハウを製品設計ノウハウデータベースから検索して設計者に提示するようにした。これにより、対象製品に最も相応しい環境調和型製品コンセプトの作成を支援することができるようになるものである。

【0131】また、更には前記第 2 の支援手段にて得た設計指針を反映させた製品設計をする設計手段と、この設計結果を評価する評価手段と、評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得る意思決定支援手段とを

備える構成とすることにより、設計手段により第 2 の支援手段が提示した環境調和型設計ノウハウを反映させた製品設計を実施し、評価手段によりこの設計結果を評価し、意思決定支援手段によりこの評価手段による評価結果を代替案と比較して意思決定の支援情報を得ることで、環境問題を重視した製品の最適設計を容易に実施できるようになる。

【0132】尚、本発明は上述した実施例に限定することなく、その要旨を変更しない範囲内で適宜変形して実施可能である。また、実施形態に記載した手法は、コンピュータに実行させることのできるプログラムとして、磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスクなど）、光ディスク（ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤなど）、半導体メモリなどの記録媒体に格納して頒布することもできる。

#### 【0133】

【発明の効果】本発明によれば、性能・コスト・環境間のトレードオフをバランス良く考慮して、環境調和型の製品および製品ライフサイクルプロセスに関する設計コンセプトを作成することができる。また、企画・概念設計段階で明確化された設計コンセプトをベースに設計を進めることで、設計者同志が混乱せずに設計目標を達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における意思決定支援装置の一例としてのシステム概念図である。

【図 2】環境重視設計での本発明における設計支援装置の構成例である。

【図 3】本発明システムを汎用コンピュータで実現する場合でのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 4】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける設計プロセスと装置の関係を説明するための図である。

【図 5】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス対環境課題でのマトリックス内容例を示す図である。

【図 6】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける製品使用後（ＥＯＬ）の処理を説明するための図である。

【図 7】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける ＬＣＰ装置のシステム構成例を示すブロック図である。

【図 8】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス中の環境課題に対する重要度決定支援の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 9】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス中の環境課題に対する着眼環境課題決定支援の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 0】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E O L 課題に対する重要度決定支援処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 1】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる着眼 E O L 課題に対する決定支援処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 2】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる着眼 E O L 課題決定支援処理の概念を説明する図である。

【図 1 3】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる着眼 E O L 課題決定支援処理の概念を説明する図である。

【図 1 4】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる着眼 E O L 課題決定支援処理の概念を説明する図である。

【図 1 5】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる着眼 E O L 課題決定支援処理の概念を説明する図である。

【図 1 6】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E O L 課題に対する重要度決定支援処理のアプリケーションプログラムとオペレーティングシステム ( O S ) との動作協調関係を示した図である。

【図 1 7】本発明を説明するための図であって、本発明で説明する対象製品 ( 冷蔵庫 ) に関する環境関連の設計課題に対する重要度 ( = 環境戦略 ) の例を示す図である。

【図 1 8】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E C P 設計ノウハウ展開に対する処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 9】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる環境 Q F D データベースにおける環境課題対設計指針関連の内容例を説明する図である。

【図 2 0】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる環境 Q F D データベースにおけるライフサイクルプロセス対設計指針関連の内容例を説明する図である。

【図 2 1】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる環境 Q F D データベースにおける E O L 課題対設計指針関連の内容例を説明する図である。

【図 2 2】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E C P 設計ノウハウ展開の処理例を説明するフローチャートである。

【図 2 3】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E C P 設計指針の表示例を示す図である。

【図 2 4】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる E C P 設計指針ノウハウの表示例を示す図である。

【図 2 5】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる Q F D マトリックスの埋め込み例を示す図である。

す図である。

【図 2 6】本発明を説明するための図であって、ライフサイクル計画支援ツールの出力履歴を利用した設計プロセスの処理フローと情報フローを示す図である。

【図 2 7】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける意思決定支援画面の例を示す図である。

【図 2 8】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける意思決定支援画面の例を示す図である。

【図 2 9】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける意思決定支援画面の例を示す図である。

【図 3 0】本発明を説明するための図であって、本発明システムにおける意思決定支援画面の例を示す図である。

【図 3 1】本発明における意思決定支援装置の別の一例としてのシステム概念図である。

【図 3 2】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス対環境課題でのマトリックスの着眼領域設定内容例を示す図である。

【図 3 3】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるベンチマーク製品についてのライフサイクルプロセス対環境課題のマトリックスの製品環境情報設定内容例を示す図である。

【図 3 4】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いる自社従来製品についてのライフサイクルプロセス対環境課題のマトリックスの製品環境情報設定内容例を示す図である。

【図 3 5】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス対環境課題のマトリックスの重要度埋め込み例を示す図である。

【図 3 6】本発明を説明するための図であって、本発明システムで用いるライフサイクルプロセス対環境課題のマトリックスの着眼領域に関するベンチマーク比較例を示す図である。

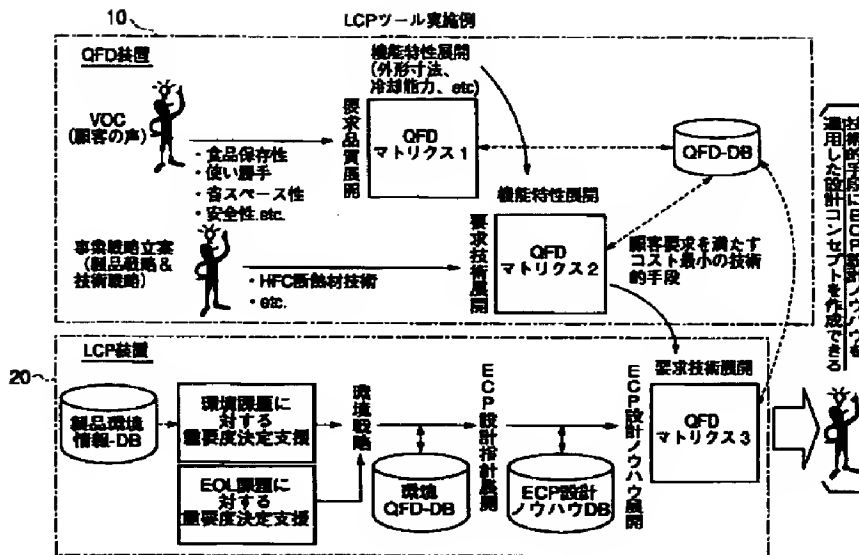
【図 3 7】本発明を説明するための図であって、本発明の他の実施例としてのライフサイクルプロセス対環境課題 + E O L 課題の例を示す図である。

【図 3 8】本発明を説明するための図であって、本発明の他の実施例としての重要度埋め込み例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 0 …品質機能展開装置 ( Q F D 装置 )
- 2 0 …ライフサイクル計画支援装置 ( L C P 装置 )
- 3 0 …展開支援装置
- 4 0 …評価支援装置
- 5 0 …意思決定支援装置。
- 1 0 0 …製品環境情報データベース装置。

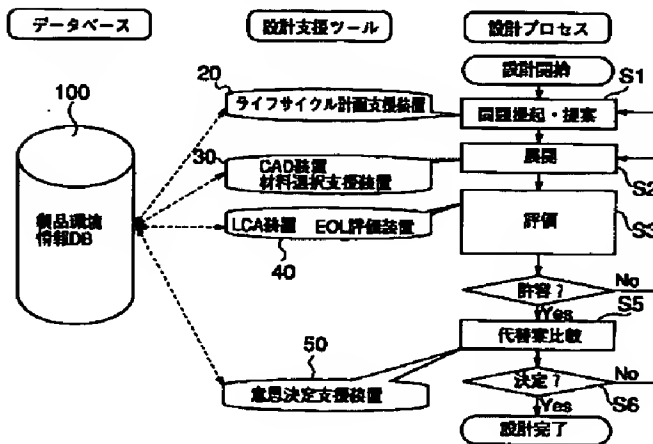
【図 1】



【図 2】

【図 3】

LCP装置を使用した設計支援装置の構成例

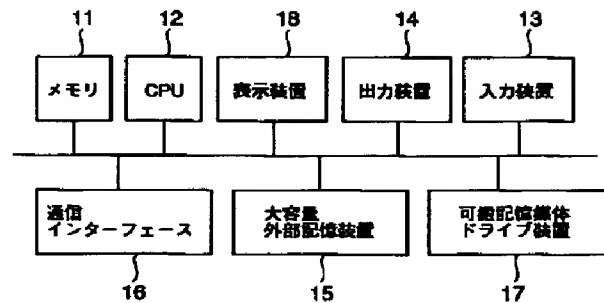


【図 5】

マトリクス内容例  
(ライフサイクルプロセスvs環境課題)

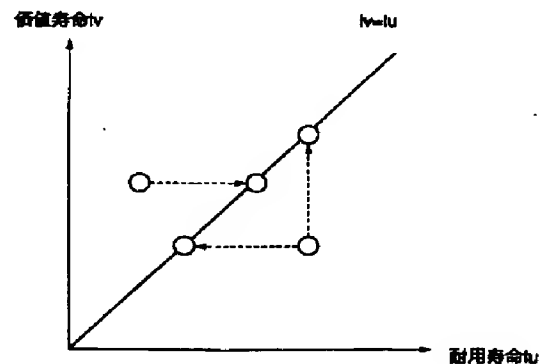
省資源	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
エネルギー	調達頻度	長寿命化		省エネプロセス	法規制A
廃棄物低減	リサイクル可能プラスチック		梱包材削減		
有害物低減	法規制B				
地球環境影響低減		クリーン製造			法規制C

設計支援装置のハードウェア構成例



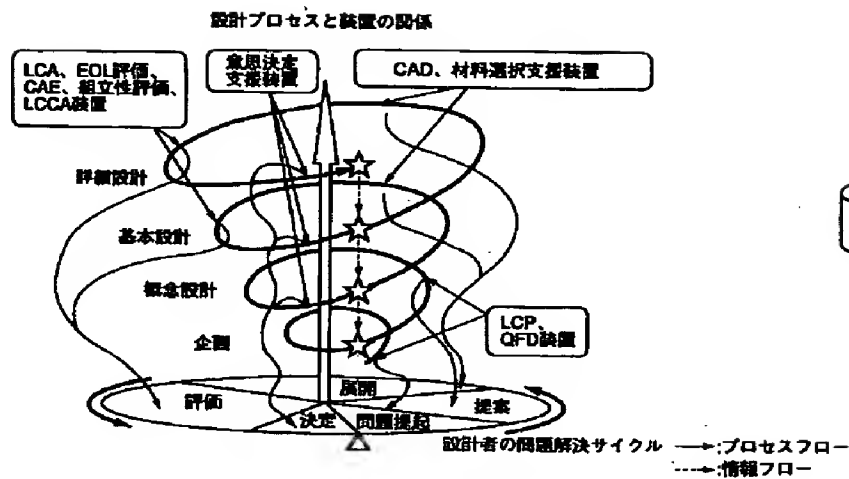
【図 12】

前図EOL課題決定処理の概念図 (1)



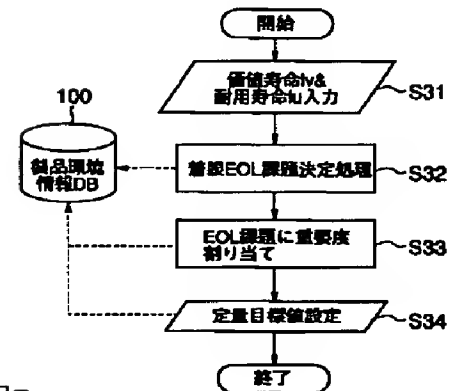


【図4】



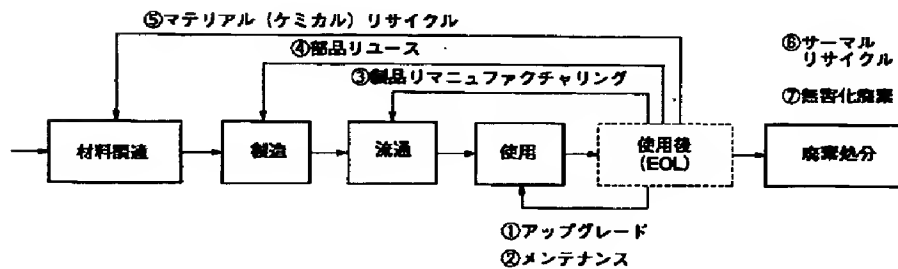
【図10】

EOL課題に対する重要度決定支援フロー (1)



【図6】

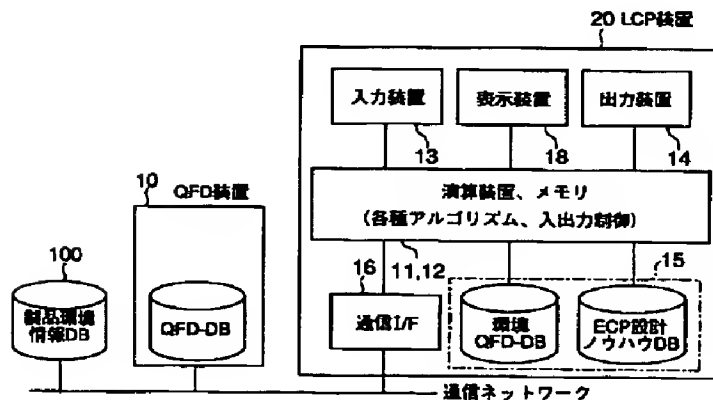
製品使用後 (EOL) の処置



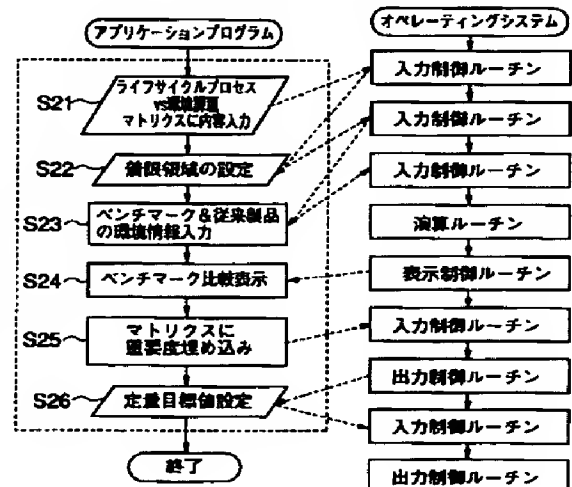
【図7】

【図9】

LCP装置のシステム構成例

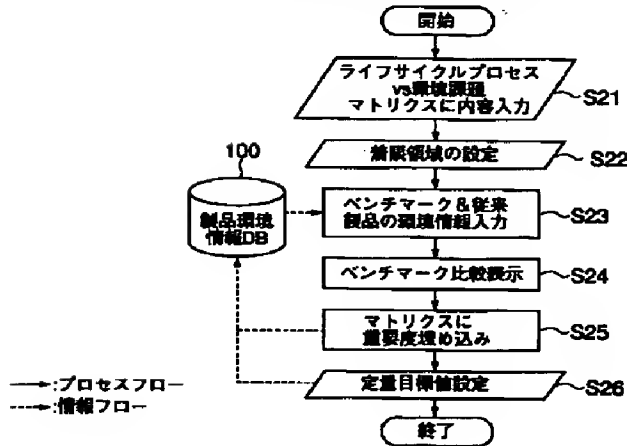


ライフサイクルプロセス中の前環境課題決定支援フロー (2)



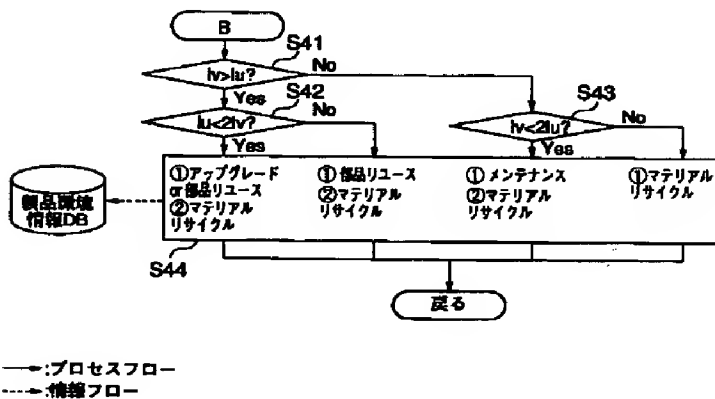
【図8】

ライフサイクルプロセス中の環境課題に対する重要度決定支援フロー (1)



【図11】

重要EOL課題決定処理フロー



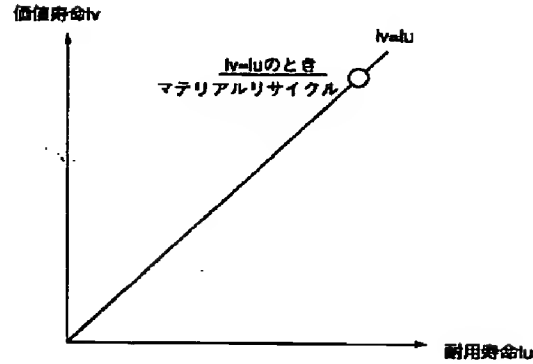
【図17】

環境戦略内容例 (課題と重要度)

LC プロセス中の環境課題	重要度	EOL課題	重要度
省資源/廃棄処分段階	0.21	アップグレード	0.00
省エネルギー/使用段階	0.13	部品リユース	0.00
廃棄物低減/流通段階	0.14	メンテナンス	0.60
有害物低減/材料調達段階	0.15	マテリアルリサイクル	0.40
オゾン層保護/廃棄処分段階	0.37		1.00
温暖化防止/廃棄処分段階	0.00		
その他の環境課題/その他のLC段階	0.00		
	1.00		

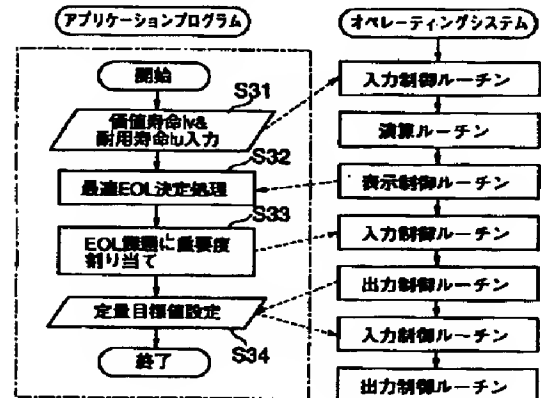
【図13】

重要EOL課題決定処理の概念図 (2)



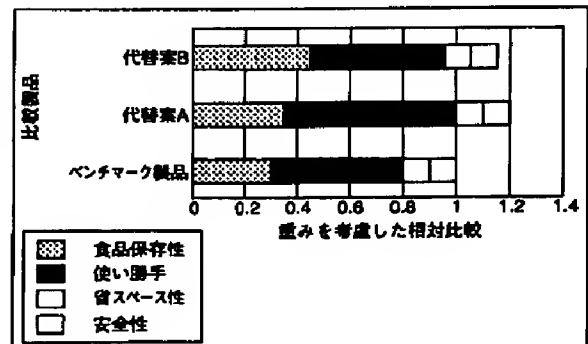
【図16】

EOL課題に対する重要度決定支援フロー (2)



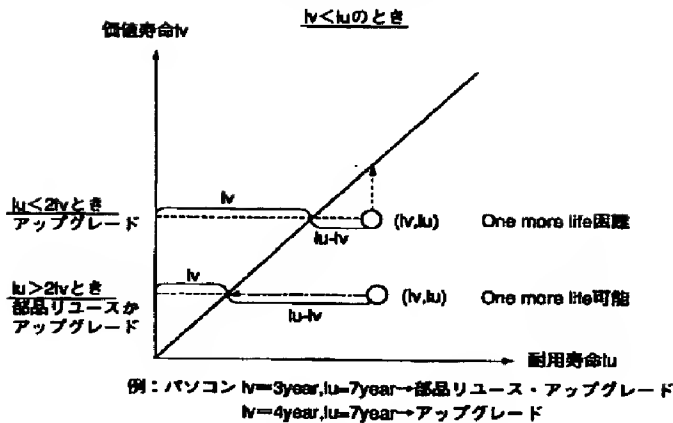
【図27】

意思決定支援画面例 (1)



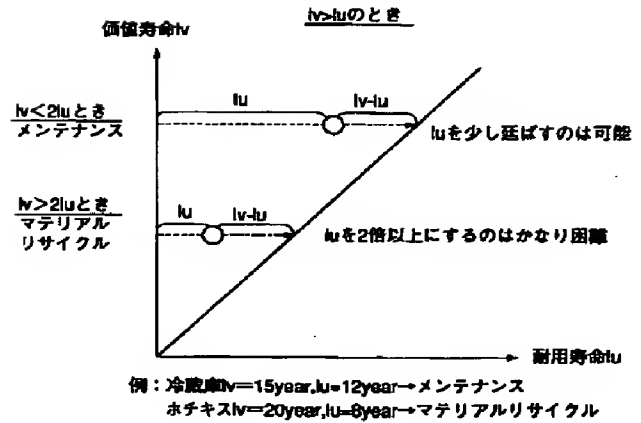
【図14】

着眼EOL課題決定処理の概念図 (3)

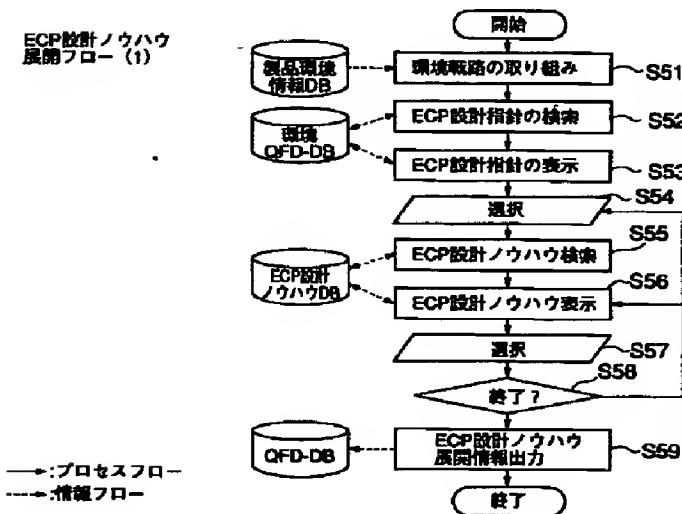


【図15】

着眼EOL課題決定処理の概念図 (4)

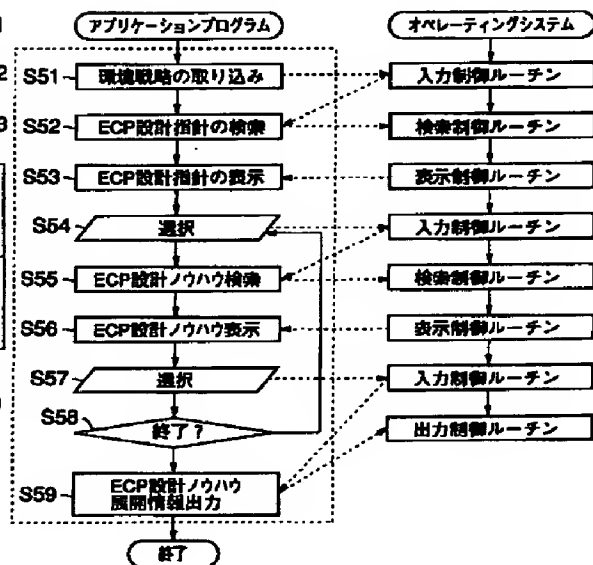


【図18】

ECP設計ノウハウ  
展開フロー (1)

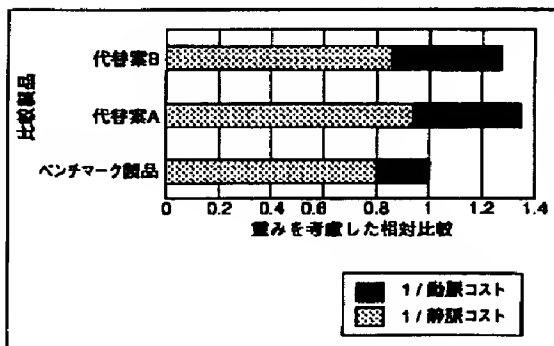
【図22】

ECP設計ノウハウ展開フロー (2)



【図28】

意思決定支援画面例 (2)



【図32】

着眼領域の設定

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源		長寿命化			法規制A
省エネルギー	調達頻度	省エネプロセス		節電モードの改善	
廃棄物低減	リサイクル可能プラスチック		梱包材削減		
有害物低減	法規制B				
地球環境影響低減		クリーン製造			法規制C

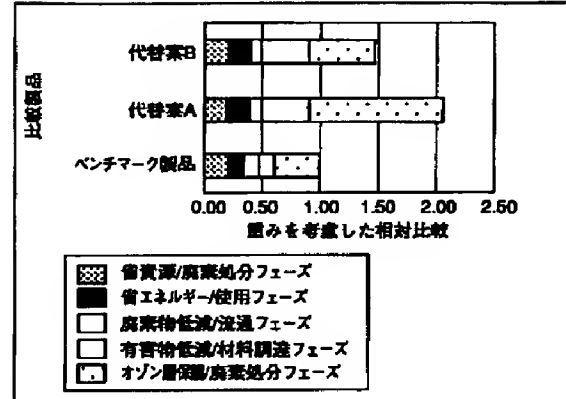
【図19】

環境QFD-DBの内容例（環境課題vs.設計指針）

番号	設計指針	環境課題				
		省資源	省エネルギー	廃棄物削減	地球環境	
1	リサイクルできない稀少材料の最小使用	1	1	1	1	0
2	リサイクル可能材料の最大使用	1	1	1	1	0
3	リサイクル材料の最大使用	1	0	1	0	0
4	材料生産のエネルギー消費最小化	1	0	0	0	0
5	危険物質の使用最小化	1	1	0	1	0
6	材料使用量の最小化	1	1	1	1	0
7	材料種類の最小化	1	0	1	0	1
8	代替不可能な材料の最小使用	1	0	0	0	0
9	材料色数の最小化	1	0	0	0	1

【図29】

意思決定支援画面例 (3)



【図20】

環境QFD-DBの内容例  
（ライフサイクルプロセスvs.設計指針）

番号	設計指針	ライフサイクルプロセス				
		材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
1	リサイクルできない稀少材料の最小使用	2	0	0	0	1
2	リサイクル可能材料の最大使用	2	1	0	0	1
3	リサイクル材料の最大使用	2	1	0	0	0
4	材料生産のエネルギー消費最小化	2	0	0	0	0
5	危険物質の使用最小化	2	1	1	1	1
6	材料使用量の最小化	2	1	0	1	0
7	材料種類の最小化	2	1	0	0	1
8	代替不可能な材料の最小使用	2	0	0	0	0
9	材料色数の最小化	2	0	0	-1	0
10	選別・分離容易材料の使用	2	0	0	-1	2
11	現在および将来規制される工程廃棄物の最小	1	2	0	0	2

【図21】

環境QFD-DBの内容例（EOL課題vs.設計指針）

番号	設計指針	EOL課題			
		アップグレード	メンテナンス	部品リユース	マテリアルリサイ
1	リサイクルできない稀少材料の最小使用	0	0	0	2
2	リサイクル可能材料の最大使用	0	0	0	2
3	リサイクル材料の最大使用	0	0	0	2
4	材料生産のエネルギー消費最小化	0	0	0	0
5	危険物質の使用最小化	0	0	1	1
6	材料使用量の最小化	0	0	0	0
7	材料種類の最小化	1	1	0	1
8	代替不可能な材料の最小使用	0	2	2	0
9	材料色数の最小化	1	1	0	1
10	選別・分離容易材料の使用	0	0	1	2
11	現在および将来規制される工程廃棄物の最小	0	0	0	0

【図 2 3】

ECP設計指針の表示例

ECP設計指針検索表示

For ENV Issues

設計指針 1 代替フロン冷媒の選択

設計指針 2 代替フロン断熱材の選択

設計指針 3

設計ノウハウ  
展開

For EOL Issues

設計指針 1 交換可能部品の最大化

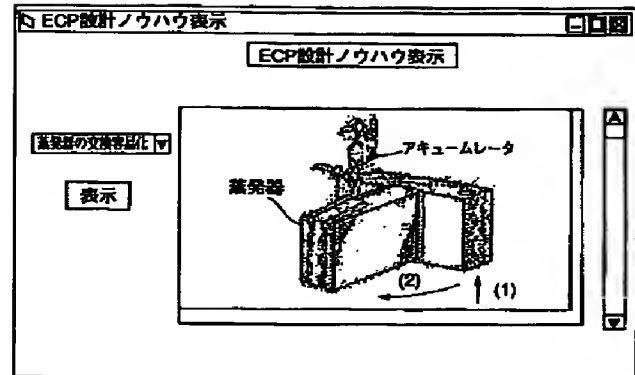
設計指針 2 分解性向上

設計指針 3 部品の取り付け方向を揃える

設計ノウハウ  
展開

【図 2 4】

ECP設計ノウハウ表示例



【図 2 5】

QFDマトリクスへの埋め込み

				要求技術展開									
ライフサイクルマトリクス要素	ECP設計指針展開情報	ECP設計ノウハウ展開情報	重要度	展開度	0.3	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	ECP設計指針	ECP設計ノウハウ											
法規制C	代替フロン冷媒の選択	冷媒はHFC134a	0.4										
...	...	...	...										
...	...	...	...										
メンテナンス	分解性の向上	放熱パネルを底面に集中	0.3										
...	...	...	...										
マテリアルリサイクル	リサイクル可能材料の選択	リサイクルに適した黒色系樹脂の使用	0.2										
...	...	...	...										
...	...	...	...										

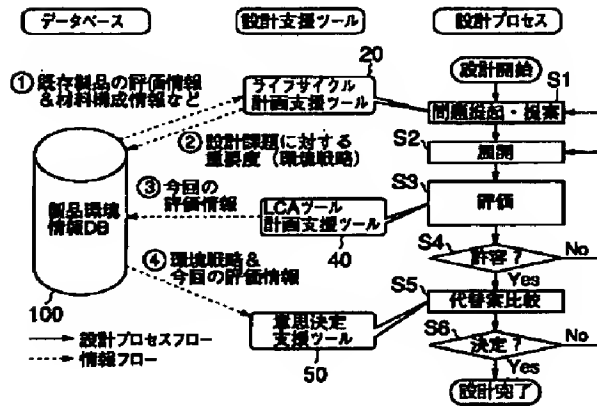
【図 3 3】

ベンチマーク製品の製品環境情報

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
新規資源投入(kg)	100	1000	5	0	80
エネルギー投入(kWh)	1300	40	40	6000	200
廃棄物排出量(kg)	2	5	4	0	7
有害物使用量(kg)	0.5	2	0	0	0
オゾン層破壊(ODP*kg)	0.9	2	0	0	0.3

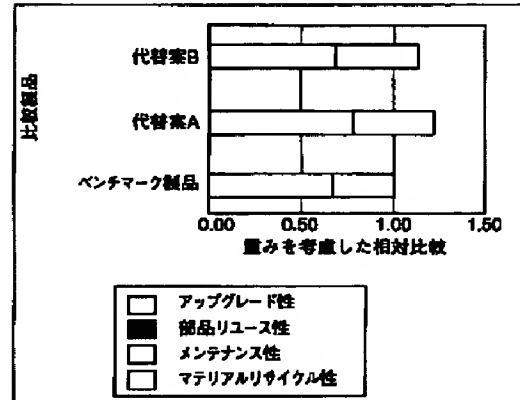
【図 2 6】

ライフサイクル計画支援ツールの出力情報を利用した  
設計プロセスフローと情報フロー

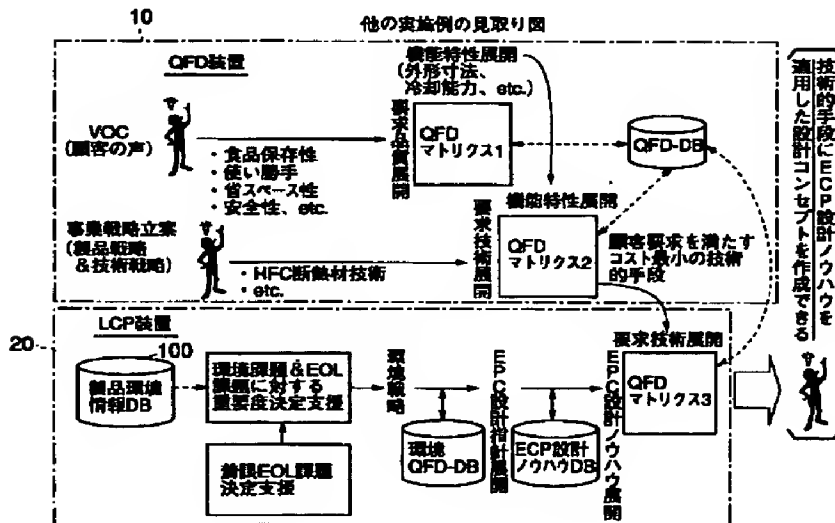


【図 3 0】

意思決定支援画面例 (4)



【図 3 1】



【図 3 4】

自社従来製品の製品環境情報

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
新規資源投入(kg)	105	1500	7	0	-90
エネルギー投入(kWh)	1200	50	60	4200	300
廃棄物排出量(kg)	3	8	3	0	10
有害物使用量(kg)	0.4	0.1	0	0	0
オゾン層破壊(ODP * kg)	1.2	3	0	0	0.6

【図35】

循環領域に関するベンチマーク比較

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源					1.13
省エネルギー				0.70	
廃棄物低減			0.75		
有害物低減	0.80				
オゾン層保護					2.00

【図36】

マトリクスに重要度埋め込み

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源					0.21
省エネルギー				0.19	
廃棄物低減			0.14		
有害物低減	0.15				
オゾン層保護					0.37

【図37】

他の実施例  
(ライフサイクルプロセスVS環境課題+EOL課題)

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源		長寿命化			法規制A
省エネルギー	調速頻度	省エネプロセス		節電モードの改善	
廃棄物低減	リサイクル可能プラスチック		梱包材削減		
有害物低減	法規制B				
地球環境影響低減		クリーン製造			法規制C
EOL課題	マテリアルリサイクル性	部品リユース性	部品リマニュファクチャリング性	アップグレード性・メンテナンス性	----

【図38】

他の実施例  
(重要度埋め込み)

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源					0.12
省エネルギー				0.13	
廃棄物低減			0.11		
有害物低減	0.10				
オゾン層保護					0.22
EOL課題	0.12	0.00	0.00	0.20	---